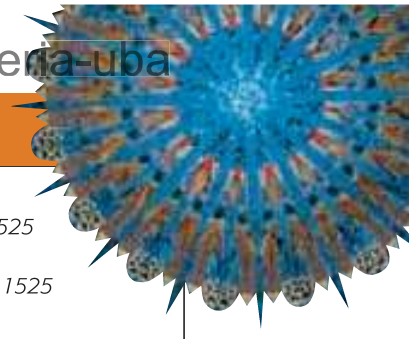




TÉRMINOS CLAVE

afasia, 1518
anosmia, 1519
ataxia, 1522
cinestesia, 1521
diaforesis, 1512
disartria, 1518

disfagia, 1520
disfonía, 1518
espasticidad, 1522
fasciculaciones, 1521
flacidez, 1522
nistagmo, 1519

postura de decorticación, 1525
postura de descerebración, 1525
ptosis, 1520
temblores, 1522

El sistema nervioso regula y coordina todas las funciones corporales, los movimientos musculares, los sentidos, las aptitudes mentales y las emociones. Obtiene información sensorial del medio interno y externo

que procesa e interpreta, elaborando respuestas que se manifiestan de manera motora o sensorial.

ANATOMÍA, FISIOLOGÍA Y FUNCIONES DEL SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso se divide en dos regiones: el sistema nervioso central (SNC), que está formado por el cerebro y la médula espinal, y el sistema nervioso periférico (SNP), constituido por los pares craneales, los nervios raquídeos y el sistema nervioso autónomo.

Células nerviosas, potenciales de acción y neurotransmisores

Los sistemas altamente coordinados, SNC y SNP, están constituidos por dos tipos de células: las neuronas, que reciben los impulsos y los envían a otras células, y los neuroglíocitos, que protegen y alimentan a las neuronas.

Neuronas

Cada neurona está formada por una dendrita, un cuerpo celular y un axón (figura 43-1 ■). La dendrita es una prolongación (proyección) corta del cuerpo celular, que transmite los impulsos a este (aférente). Los cuerpos celulares, situados en su mayoría en el SNC, se agrupan en los ganglios o núcleos. Los cuerpos celulares y las dendritas comprenden la región denominada a menudo sustancia gris del SNC. El axón, una prolongación larga, transmite los impulsos fuera del cuerpo celular (eferente). Muchos axones están recubiertos de una vaina de mielina, una sustancia lipídica blanca, que se interrumpe en intervalos de zonas desmielinizadas, denominadas nódulos de Ranvier, que permiten el movimiento de los iones entre el axón y el líquido extracelular. La vaina de mielina sirve para aumentar la velocidad de la transmisión de los impulsos nerviosos en los axones, y es esencial para la supervivencia de las prolongaciones nerviosas mayores. Las fibras nerviosas con mielina comprenden la sustancia blanca del cerebro y la médula espinal.

Potenciales de acción

Los potenciales de acción son impulsos (movimientos de carga eléctrica a lo largo de la membrana del axón), que permiten a las neuronas comunicarse entre sí y con los cuerpos celulares. Se inician por estímulos y se propagan por el movimiento rápido de los iones cargados, a través de la membrana celular. Cuando una neurona alcanza un grado determinado de estimulación, se genera un impulso eléctrico que se transmite por toda la longitud de su axón. El movimiento de los impulsos hacia y desde el SNC es posible gracias a las neuronas aferentes y eferentes. Las neuronas aferentes, o sensoriales, poseen receptores en la piel, los músculos y otros órganos, y transmiten los impulsos al SNC. Las neuronas eferentes, o motoras, transmiten los impulsos desde el SNC para producir un tipo de acción determinada.

Los impulsos nerviosos se producen cuando el grado de estimulación nerviosa es suficiente para generar un cambio en la carga eléctrica de la membrana celular de una neurona. Una neurona que participa en la conducción nerviosa está en estado de reposo, o polarizada, siendo el número de iones positivos del líquido extracelular superior al del líquido intracelular. Los reguladores principales del potencial de membrana son el sodio y el potasio: el sodio es el ión positivo principal del líquido extracelular, y el potasio, el ión positivo principal del líquido intracelular. En respuesta a un estímulo eléctrico, la membrana celular se vuelve permeable al sodio, que penetra en la célula. Este hecho cambia la polaridad de la membrana celular y la neurona se despolariza. Este suceso estimula la conducción de un potencial de acción, o impulso nervioso, por el axón. Cuando las cargas y los iones vuelven al estado original de reposo,

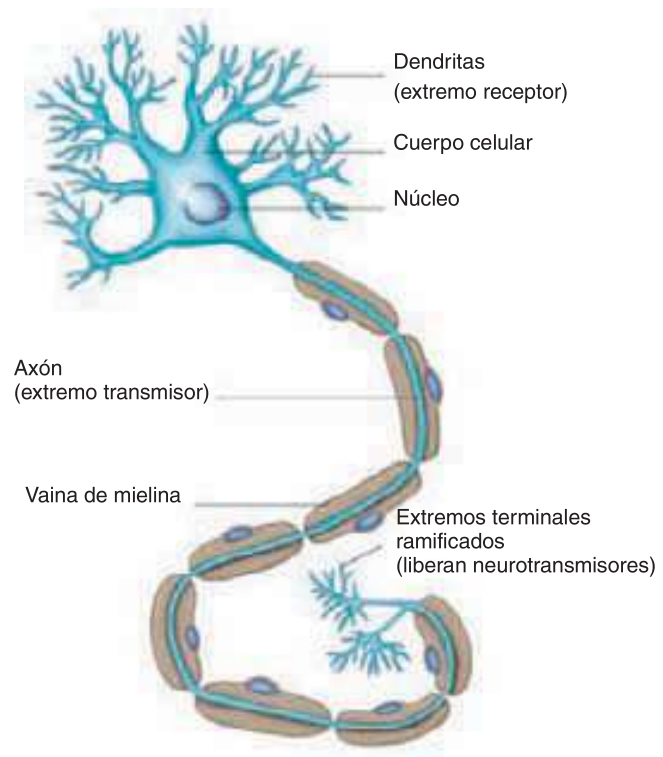


Figura 43-1 ■ Neurona típica.

la neurona se repolariza. Los sucesos que se producen en un potencial de acción son los siguientes:

1. Inicialmente, aumenta la permeabilidad frente al sodio. Cuando la membrana se despolariza, los canales de sodio se abren y el sodio penetra en la célula hasta que se produce la despolarización (el interior celular es menos negativo, en comparación con el exterior celular).
2. A continuación, se produce una disminución de la permeabilidad frente al sodio, que dura sólo una milésima de segundo. Las puertas del sodio se cierran y se interrumpe la entrada de sodio a la célula.
3. El suceso final es un aumento de la permeabilidad frente al potasio. Se abren los canales del potasio, que sale de la célula, y el interior celular se vuelve progresivamente menos positivo. El potencial de membrana recupera su estado de reposo y se repolariza.

El potencial de acción se genera sólo por estímulos, pero una vez producido, se propaga por todo el axón, independientemente de que el estímulo continúe. La conducción del impulso es rápida en las fibras con mielina, y el potencial de acción «salta» de nódulo a nódulo de Ranvier. La conducción del impulso es más lenta en las fibras desmielinizadas.

Neurotransmisores

Los neurotransmisores son los mensajeros químicos del sistema nervioso. Cuando el potencial de acción llega al final del axón, en la terminal presináptica, se libera un neurotransmisor que viaja a través de la hendidura sináptica para unirse a los receptores en la dendrita post-sináptica o el cuerpo celular. El neurotransmisor puede ser inhibitorio o excitatorio. El neurotransmisor excitatorio es casi siempre acetilcolina (ACh), que es degradado rápidamente por acetilcolinesterasa. La noradrenalina (NA), que puede ser excitatoria o inhibitoria, es otro neurotransmisor importante.

Los nervios que transmiten los impulsos por medio de la liberación de ACh se denominan *colinérgicos*. Los receptores que se unen a la ACh se encuentran en las vísceras, las células de los músculos esqueléticos y en la médula suprarrenal (donde estimulan la liberación de adrenalina). El efecto de la unión a la ACh puede ser la estimulación o la inhibición de una respuesta.

Los nervios que transmiten los impulsos a través de la liberación de NA se denominan *adrenérgicos*. Los receptores que se unen a la NA se encuentran en el corazón, los pulmones, los riñones, los vasos sanguíneos y todos los órganos afectados estimulados por la división simpática, excepto el corazón. Los receptores adrenérgicos se dividen a su vez en los tipos alfa y beta. Los receptores alfa-adrenérgicos facilitan el control de funciones variadas como la vasoconstricción arterial y la dilatación pupilar. Las fibras beta-adrenérgicas pueden ser del tipo beta₁ o beta₂. Los receptores beta₁ están localizados en el corazón, donde regulan el ritmo y la fuerza de la contracción. Los receptores beta₂ se localizan en las células receptoras de los pulmones, las arterias, el hígado y el útero; ayudan a regular el diámetro bronquial, el diámetro arterial y la glucogénesis. Generalmente, la unión de la NA a los receptores alfa estimula una respuesta, mientras que la unión a los receptores beta, la inhibe.

Otros neurotransmisores incluyen el ácido gammaaminobutírico (GABA), que inhibe la función del SNC; la dopamina, que puede ser inhibitoria o excitatoria, y facilita el control del movimiento fino y las emociones; y la serotonina, que, normalmente, es inhibi-

toría y controla el sueño, el hambre y la conducta, y tiene efectos también sobre la conciencia.

Sistema nervioso central

El sistema nervioso central (SNC) está formado por el cerebro y la médula espinal, conjunto de neuronas muy evolucionadas que actúan para aceptar, interconectar, interpretar y generar una respuesta a los impulsos nerviosos que se originan en el organismo.

Cerebro

El cerebro es el centro de control del sistema nervioso y genera también pensamientos, emociones y el habla. Tiene un peso medio de 1,4 a 1,8 kg y está recubierto por el cráneo, una estructura ósea que le proporciona soporte y protección. El cerebro está constituido por cuatro regiones principales: los hemisferios cerebrales, el diencefalo, el tronco encefálico y el cerebelo (v. figura 43-2 ■). Las funciones generales de estas regiones se resumen en la tabla 43-1.

Los dos hemisferios cerebrales comprenden casi el 60% del peso del cerebro. La superficie cerebral está plegada formando crestas elevadas de tejido, denominadas circunvoluciones, que están separadas por hendiduras superficiales, los surcos. Las hendiduras profundas se denominan cisuras y dividen aún más la superficie cerebral. La cisura longitudinal separa los hemisferios, y la cisura transversal separa el cerebro del cerebelo. Además, cada hemisferio cerebral se divide en los lóbulos frontal, parietal, temporal y occipital (figura 43-3 ■).

Los hemisferios cerebrales están conectados por una banda gruesa de fibras nerviosas denominada cuerpo calloso, que permite la comunicación entre los dos hemisferios. Cada hemisferio recibe los impulsos sensoriales y motores del lado corporal opuesto. Uno de los hemisferios cerebrales suele desarrollarse más que el otro. La mayoría de las personas suele tener más desarrollado el hemisferio izquierdo, que es responsable del control del lenguaje. El hemisferio derecho posee un mayor control sobre las funciones perceptivas no verbales.

La corteza cerebral es la superficie externa del cerebro. Está formada por cuerpos neuronales, fibras amielínicas, neuroglía y vasos san-

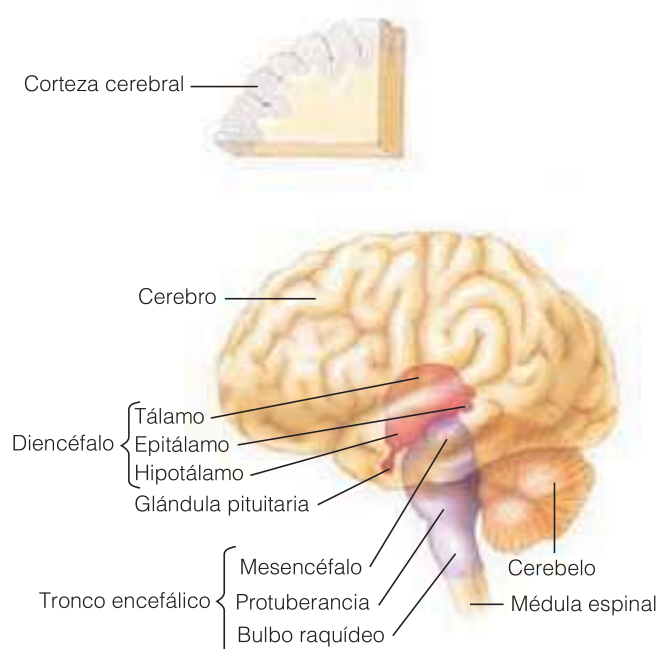


Figura 43-2 ■ Las cuatro regiones principales del encéfalo.

TABLA 43-2 Funciones de los lóbulos del cerebro y de las áreas de la corteza cerebral

REGIÓN	FUNCIONES
Cerebro	Interpreta la información sensorial. Controla la actividad de los músculos esqueléticos. Procesa la inteligencia y las emociones. Contiene la memoria de las habilidades.
Diencefalo	Conduce los impulsos sensoriales y motores. Regula el sistema nervioso autónomo. Regula y produce hormonas. Modula las respuestas emocionales.
Tronco encefálico	Sirve como vía de conducción. Actúa como lugar de entrecruzamiento de las vías. Contiene los núcleos de la respiración. Ayuda a regular el músculo esquelético.
Cerebelo	Procesa la información. Proporciona la información necesaria para mantener el equilibrio, la postura y la coordinación de los movimientos musculares.

ÁREA	FUNCIONES
Lóbulo parietal (área sensorial somática de la corteza cerebral)	Fomenta el reconocimiento del dolor, el frío y el tacto fino. El lado izquierdo recibe información desde el lado derecho corporal, y viceversa.
Lóbulo occipital	Recibe e interpreta estímulos visuales.
Lóbulo temporal	Recibe e interpreta estímulos olfatorios y auditivos.
Lóbulo frontal	Controla los movimientos de los músculos voluntarios.
Área motora primaria	Facilita el movimiento voluntario de los músculos esqueléticos.
Área del habla	Estimula la comprensión de las palabras habladas y escritas.
Área motora del habla (área de Broca)	Estimula la vocalización de las palabras.

guíneos. Las funciones de los distintos lóbulos cerebrales y las áreas específicas de la corteza cerebral se muestran en la figura 43-3 y se indican en la tabla 43-2.

El diencéfalo está situado dentro del cerebro, por encima del tronco encefálico. Está formado por el tálamo, el hipotálamo y el epítálamo (v. figura 43-2). El tálamo comienza a procesar los impulsos nerviosos antes de ascender a la corteza cerebral. Actúa como una estación de selección, procesamiento y transmisión de los impulsos a la región cortical. El hipotálamo, situado debajo del tálamo, regula la temperatura, el metabolismo hídrico, el apetito, las emociones, parte del ciclo del sueño y la vigilia, y la sed. El epítálamo forma la parte dorsal del diencéfalo y comprende la glándula pineal, que forma parte del sistema endocrino y afecta al crecimiento y al desarrollo.

TRONCO ENCEFÁLICO El tronco encefálico está constituido por el mesencéfalo, la protuberancia y el bulbo raquídeo (v. figura 43-2). El mesencéfalo es el centro de los reflejos auditivos y visuales. Además, actúa como vía nerviosa entre los hemisferios cerebrales y la parte inferior del cerebro. La protuberancia está situada debajo del tronco encefálico y está constituida principalmente por los haces fibrosos, pero también contiene núcleos que controlan la respiración. El bulbo raquídeo, situado en la base del tronco encefálico, se continúa con la porción superior de la médula espinal. Los núcleos del bulbo raquídeo desempeñan una función importante en el control de la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la respiración y la deglución.

El cerebelo está conectado con el tronco encefálico, la protuberancia y la médula. Entre sus funciones se incluyen la coordinación de la actividad del músculo esquelético, el mantenimiento del equilibrio y el control de los movimientos finos.

VENTRÍCULOS El cerebro contiene cuatro ventrículos, que son unas cámaras rellenas de líquido cefalorraquídeo (LCR) y unidas por conductos que permiten circular al LCR. Un ventrículo lateral está situado dentro de cada hemisferio, que se comunican con el tercer ventrículo a través del agujero de Monro. El tercer ventrículo se comunica con el cuarto a través del acueducto cerebral, que discurre por el mesencéfalo. El acueducto cerebral se continúa con el canal central de la médula espinal.

LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO El líquido cefalorraquídeo, claro e incoloro, está formado por un plexo coroideo, que es un grupo de capilares especializados situados en los ventrículos cerebrales. El LCR deriva del plasma sanguíneo, está formado por un 99% de agua y contiene proteína, sodio, cloruro, potasio, bicarbonato y glucosa (v. tabla 43-3 para consultar los valores analíticos normales del LCR). El volumen normal del LCR oscila entre 80 y 200 mL, con una media de 150 mL, y se repone varias veces al día. El LCR es absorbido por las vellosidades aracnoideas, y se produce y absorbe, normalmente, en cantidades iguales. El LCR circula desde los ventrículos laterales de los hemisferios cerebrales hacia el tercer ventrículo, a través del mesencéfalo, y

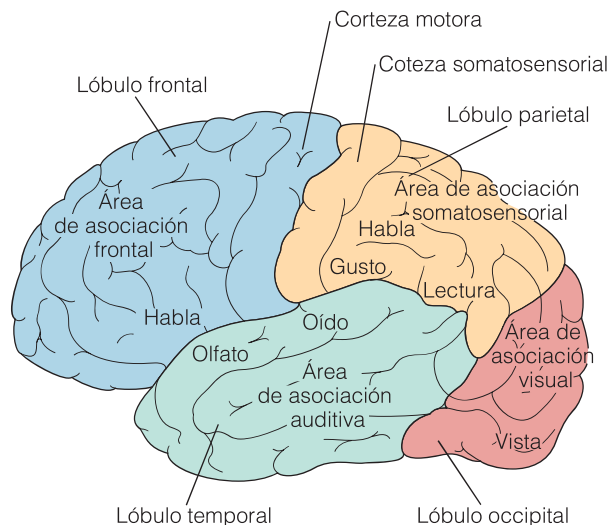


Figura 43-3 ■ Lóbulos cerebrales y regiones funcionales de la corteza cerebral.

TABLA 43-3 Datos analíticos normales del líquido cefalorraquídeo

PARÁMETRO	VALOR NORMAL
Aspecto	Claro e incoloro
pH	7,35
Densidad relativa	1,007
Leucocitos	0-8 mm ³
Proteínas	15-45 mg/dL
Glucosa	40-80 mg/dL
Cloruro	118-132 mEq/L
Presión	<200 mm H ₂ O

hacia el cuarto ventrículo. Parte del LCR fluye hacia el centro de la médula espinal, mientras que el resto circula por el espacio subaracnoideo y regresa a la sangre a través de las vellosidades aracnoideas. El LCR actúa como un colchón para el tejido cerebral, protege el cerebro y la médula espinal frente a traumatismos, facilita la nutrición del cerebro y la eliminación de los productos de desecho del metabolismo celular cerebroespinal.

Meninges El cerebro y la médula espinal están recubiertos y protegidos por tres membranas de tejido conjuntivo, denominadas meninges. Las meninges forman divisiones dentro del cráneo, envuelven los senos venosos y contienen el LCR. Las meninges tienen tres capas (figura 43-4 ■). La capa doble más externa, la duramadre, está unida a la superficie interna del cráneo. La capa intermedia es la aracnoides, que recubre todo el SNC. La capa más interna, la piamadre, reviste al cerebro, la médula espinal y los nervios segmentales, y contiene pequeños vasos sanguíneos.

CIRCULACIÓN CEREBRAL Y BARRERA HEMATOENCEFÁLICA El cerebro recibe, aproximadamente, 750 mL de sangre cada minuto y utiliza el 20% del aporte total del oxígeno corporal. Esta gran cantidad de

oxígeno es necesaria para el metabolismo de la glucosa, que es la única fuente de energía del cerebro. La sangre que fluye hacia el cerebro está controlada, principalmente, por mecanismos de autorregulación o locales, que responden a las necesidades metabólicas cerebrales. La autorregulación se define como la capacidad del cerebro para mantener un flujo sanguíneo cerebral constante, a pesar de los cambios en la presión arterial sistémica. Existen al menos tres factores metabólicos que afectan al flujo sanguíneo cerebral: concentración de dióxido de carbono, de ión hidrógeno y de oxígeno. De estos tres factores, el aumento de la concentración de dióxido de carbono es el estímulo principal para la vasodilatación, que provoca un aumento del flujo sanguíneo cerebral.

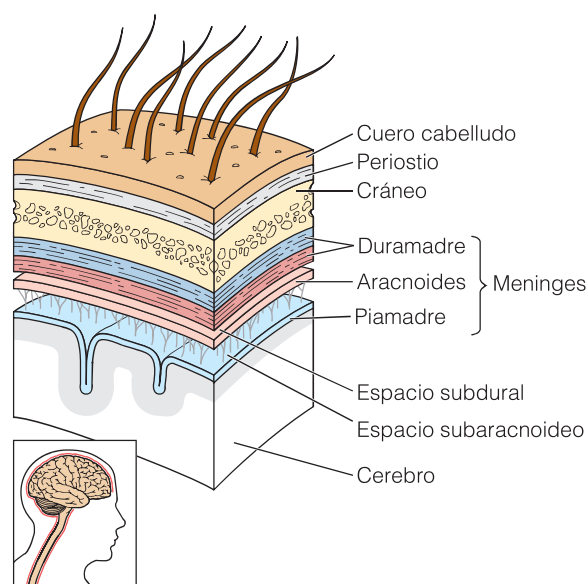
La parte anterior del cerebro está irrigada por las dos arterias carótidas internas, y la parte posterior, por las arterias vertebrales. Las arterias carótidas internas se ramifican en otras arterias: oftálmica, de comunicación posterior, coroidea anterior, cerebral anterior y cerebral media. El tronco encefálico y el cerebelo están irrigados por la arteria basilar. Estas arterias principales están conectadas por las arterias comunicantes anteriores y posteriores, que forman un círculo de vasos sanguíneos conectados, denominado polígono de Willis (figura 43-5 ■). Este círculo actúa como sistema de protección, proporcionando vías alternativas para la irrigación de los tejidos cerebrales.

Los capilares cerebrales tienen una permeabilidad baja porque las células de su pared se unen en las zonas de oclusión y están rodeadas por una membrana basal y las prolongaciones de las células de sostén (llamadas astrocitos). En consecuencia, el cerebro está protegido frente a numerosas sustancias peligrosas que existen en la sangre. Esta barrera hematoencefálica permite el paso de lípidos, glucosa, algunos aminoácidos, agua, dióxido de carbono y oxígeno, controlando, así, el medio. Algunas sustancias como urea, creatinina, proteínas, algunas sustancias tóxicas y la mayoría de los antibióticos no pueden atravesar esta barrera y penetrar en el tejido cerebral. Sin embargo, una lesión o infección cerebral puede causar un aumento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica, alterando las concentraciones de las proteínas, el agua y los electrólitos.

SISTEMA LÍMBICO Y FORMACIÓN RETICULAR El sistema límbico y la formación reticular son sistemas cerebrales funcionales. Estos sistemas, constituidos por redes de neuronas, se comunican por las regiones cerebrales.

El sistema límbico está constituido por estructuras que forman un anillo tisular en el lado medio de cada hemisferio, rodeando la región superior del tronco encefálico y el cuerpo calloso. El sistema límbico coordina y modula la información para constituir la parte afectiva del cerebro, proporcionando respuestas emotivas y conductuales a los estímulos ambientales.

La formación reticular está situada a través del núcleo central del bulbo raquídeo, la protuberancia y el mesencéfalo. Este sistema posee conexiones amplias en todo el cerebro y transmite información sensorial de todos los sistemas corporales a todos los niveles cerebrales. La formación reticular incluye el sistema activador reticular (SAR). El SAR es un sistema de estimulación de la corteza cerebral, que la mantiene alerta y sensible ante los estímulos sensoriales de entrada, aunque filtrando los repetitivos o no deseados. El centro del sueño inhibe la actividad del SAR, y las drogas y el alcohol pueden deprimirlo. Otras partes de la formación reticular comprenden los núcleos motores que ayudan a mantener el tono muscular y los movimientos coordinados, a través de las interconexiones con los nervios raquídeos, y los centros reguladores vasomotor y cardiovascular, que forman parte de la regulación autónoma del sistema cardiovascular.

**Figura 43-4 ■ Anatomía de las meninges.**

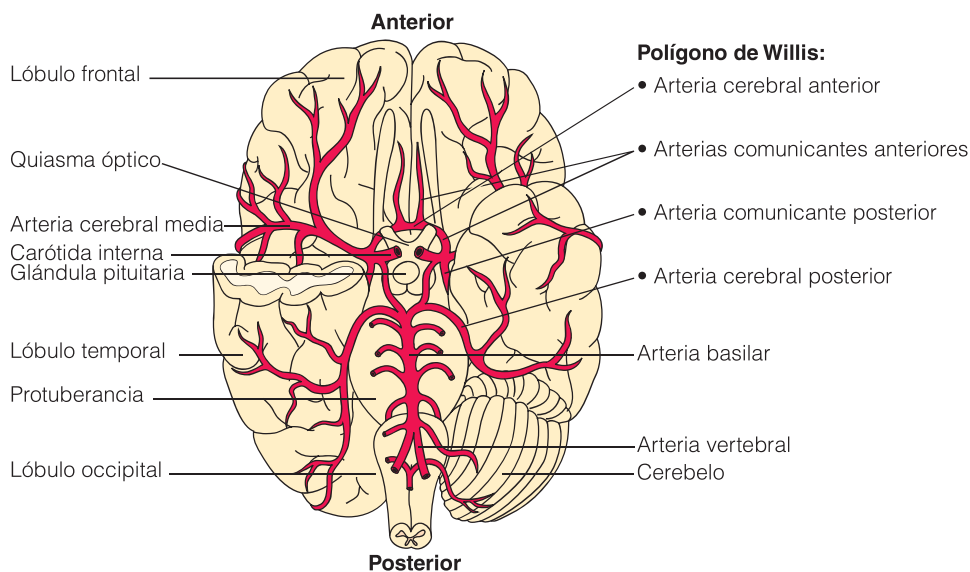


Figura 43-5 ■ Arterias principales que irrigan el cerebro y el polígono de Willis.

Médula espinal

La médula espinal es la continuación del bulbo raquídeo hasta la primera vértebra lumbar (figura 43-6 ■). Actúa como centro de transmisión de mensajes desde y hacia el cerebro y como centro de reflejos. La médula espinal tiene una longitud aproximada de 42 cm y un grosor de 1,8 cm. La médula está protegida por las vértebras, las meninges y el LCR. La sustancia gris se encuentra en el interior medular y la blanca, en la parte exterior (al contrario que en el cerebro).

La médula espinal está rodeada y protegida por 33 vértebras: 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 4 fusionadas, que forman el cóccix. Cada vértebra está constituida por un cuerpo y un arco vertebral, formado por prolongaciones del cuerpo. Este arco rodea un espacio denominado agujero vertebral. El conjunto de agujeros vertebrales forma el canal vertebral, que contiene la médula espinal. Los agujeros intervertebrales son espacios entre las vértebras por donde pasan las raíces nerviosas, al salir de la columna vertebral.

Los discos intervertebrales están situados entre cada vértebra móvil. Cada disco está constituido por una cápsula gruesa rodeada de un núcleo gelatinoso, llamado núcleo pulposo. Los ligamentos que proporcionan movilidad y protección rodean la columna vertebral y se explican con más detalle en el capítulo 45 ■.

Las raíces de los 31 pares de nervios raquídeos, divididos en cervicales, torácicos, lumbares, sacros y coccígeos, se originan en la médula espinal (v. figura 43-6). Cada par se divide en raíces posteriores (sensoriales) y anteriores (motoras). Una lesión en las raíces posteriores provoca la pérdida de sensibilidad, mientras que la lesión en las raíces anteriores causa parálisis flácida.

FUNCIONES DE LA MÉDULA ESPINAL Y DE LAS RAÍCES NERVIOSAS

Los mensajes se transmiten al cerebro a través de vías ascendentes (sensoriales) y se emiten desde el cerebro por las vías descendentes (motoras) (figura 43-7 ■). Las vías ascendentes principales son las espinotalámicas lateral y anterior, que conducen las sensaciones de dolor, temperatura y tacto superficial; y las vías posteriores, que conducen las sensaciones de tacto fino, posición y vibración. Las vías corticoespinales (piramidales) lateral y anterior están constituidas por fibras que se originan en la corteza motora cerebral y dicurren hasta el

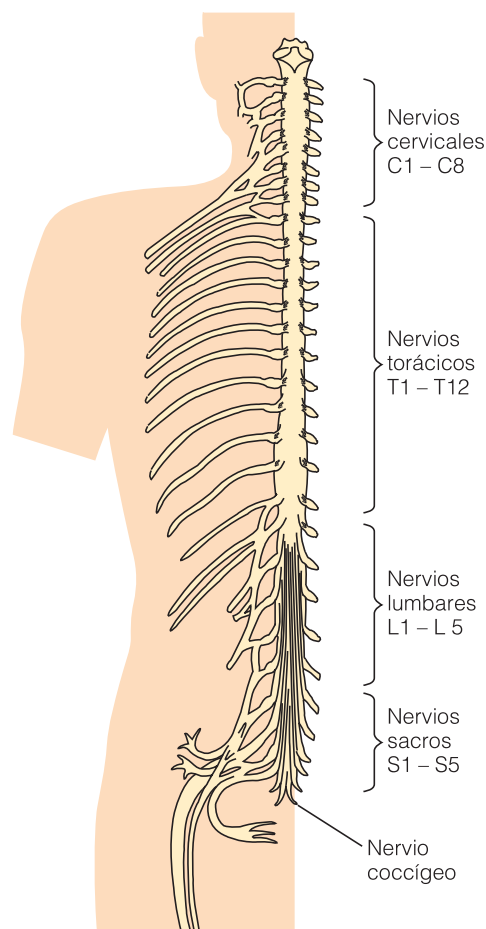


Figura 43-6 ■ Distribución de los nervios raquídeos.

tronco encefálico y, a continuación, hacia la médula espinal. Estas vías modulan los movimientos voluntarios y estimulan algunas acciones musculares e inhiben a otras. También disponen de fibras que inhiben

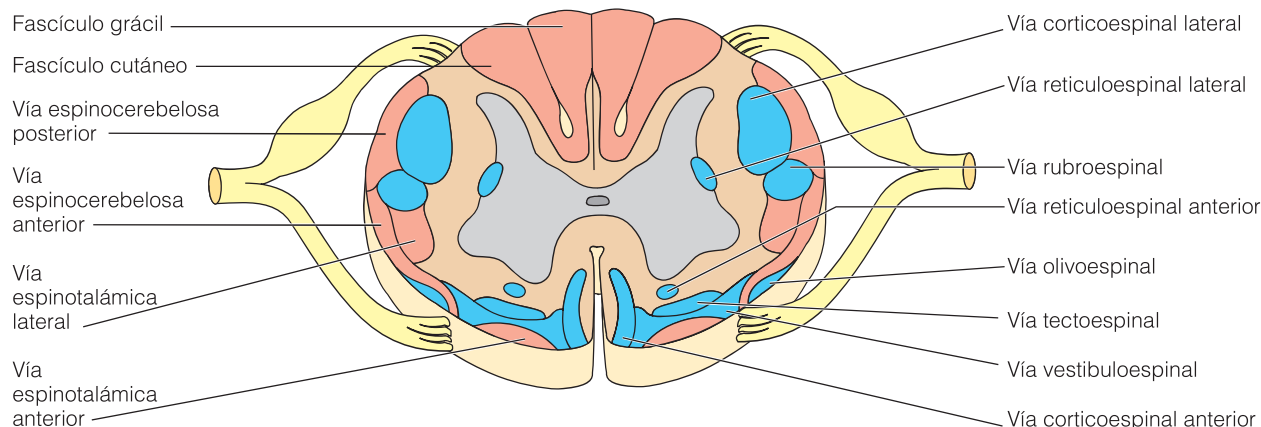
**Vías ascendentes
(sensoriales)****Vías descendentes
(motoras)**

Figura 43-7 ■ Vías ascendentes y descendentes de la médula espinal.

el tono muscular. Las vías rubroespinales, reticuloespinales anterior y lateral, y tectoespinales (extrapiramidales) comprenden las vías situadas entre la corteza cerebral, los núcleos basales, el tronco encefálico y la médula espinal, fuera de la vía piramidal. Actúan para mantener el tono muscular y los movimientos corporales generales.

NEURONAS MOTORAS SUPERIORES E INFERIORES Las neuronas motoras superiores, como las presentes en las vías corticoespinal y extrapiramidal, transmiten impulsos desde la corteza cerebral a la columna anterior gris de la médula espinal. Una lesión en estas neuronas provoca aumento del tono muscular, disminución de la fuerza muscular, disminución de la coordinación y reflejos hiperactivos. Las neuronas motoras inferiores comienzan en la columna anterior gris de la médula espinal y finalizan en el músculo. Una lesión en estas neuronas causa disminución del tono muscular, atrofia muscular, fasciculaciones y pérdida de reflejos.

Sistema nervioso periférico

El sistema nervioso periférico (SNP) conecta al SNC con el resto del organismo. Es responsable de recibir y transmitir información del medio externo. El SNP está constituido por nervios, ganglios (grupos de células nerviosas) y receptores sensoriales situados fuera –o periféricos– del cerebro y la médula espinal. El SNP se divide en sensorial (aférente) y motor (eferente). La mayoría de los nervios del SNP contiene fibras de ambas divisiones y se clasifican regionalmente, como nervios raquídeos o craneales.

Nervios raquídeos

Los 31 pares de nervios raquídeos (v. figura 43-6) reciben el nombre según su localización:

- Nervios cervicales: 8 pares
- Nervios torácicos: 12 pares
- Nervios lumbares: 5 pares
- Nervios sacros: 5 pares
- Nervios coccígeos: 1 par

Los nervios raquídeos salen de la columna vertebral por los agujeros intervertebrales, y discurren hacia las regiones corporales que inervan. La médula espinal no llega hasta el final de la columna vertebral; en consecuencia, las raíces nerviosas lumbares y sacras descienden por

el canal vertebral cierta distancia, antes de salir de la columna vertebral por el agujero intervertebral asociado. Este conjunto de nervios descendentes se denomina cola de caballo.

Cada nervio raquídeo contiene fibras sensoriales y motoras. Las fibras sensoriales están situadas en la raíz dorsal, y su cuerpo celular, dentro del ganglio de la raíz dorsal. Las fibras motoras están localizadas en la raíz ventral y su cuerpo celular, dentro de la médula espinal. Las raíces dorsales y ventrales convergen fuera del canal vertebral, justo después del ganglio de la raíz dorsal, formando un nervio raquídeo. Cada nervio raquídeo se divide a su vez en ramas radiculares.

La rama ventral de las regiones cervical, braquial, lumbar y sacra forma agrupaciones complejas de nervios, denominadas plexos. Los plexos principales raquídeos inervan la piel y los músculos subyacentes de los brazos y las piernas. Por ejemplo, el plexo cervical inerva el diafragma a través del nervio frénico; el plexo braquial, las extremidades superiores por medio de los nervios mediano, cubital y radial, y el plexo lumbar, el muslo anterior por medio del nervio femoral.

Una zona cutánea inervada por ramas cutáneas de un único nervio raquídeo se llama dermatomo. Las raíces dorsales de los nervios raquídeos transmiten sensaciones desde estos dermatomos específicos. Estas zonas proporcionan señales anatómicas útiles para localizar las lesiones neurológicas (figura 43-8 ■).

Nervios craneales

Doce pares de nervios craneales se originan en el prosencéfalo y el tronco encefálico (figura 43-9 ■). El nervio vago se extiende hacia la cavidad corporal ventral, pero los otros 11 pares inervan sólo las regiones de la cabeza y el cuello. Aunque la mayoría son nervios mixtos, tres pares (olfatorio, óptico y acústico) son únicamente sensoriales. Los nervios craneales y sus funciones asociadas se indican en la tabla 43-4.

Reflejos

Un reflejo es una respuesta motora rápida, involuntaria y predecible frente a un estímulo. Los reflejos se clasifican en somáticos o autónomos. Los reflejos somáticos causan contracción del músculo esquelético. Los reflejos autónomos activan el músculo cardíaco, el músculo liso y las glándulas. Un reflejo se produce a través de una vía denominada arco reflejo.

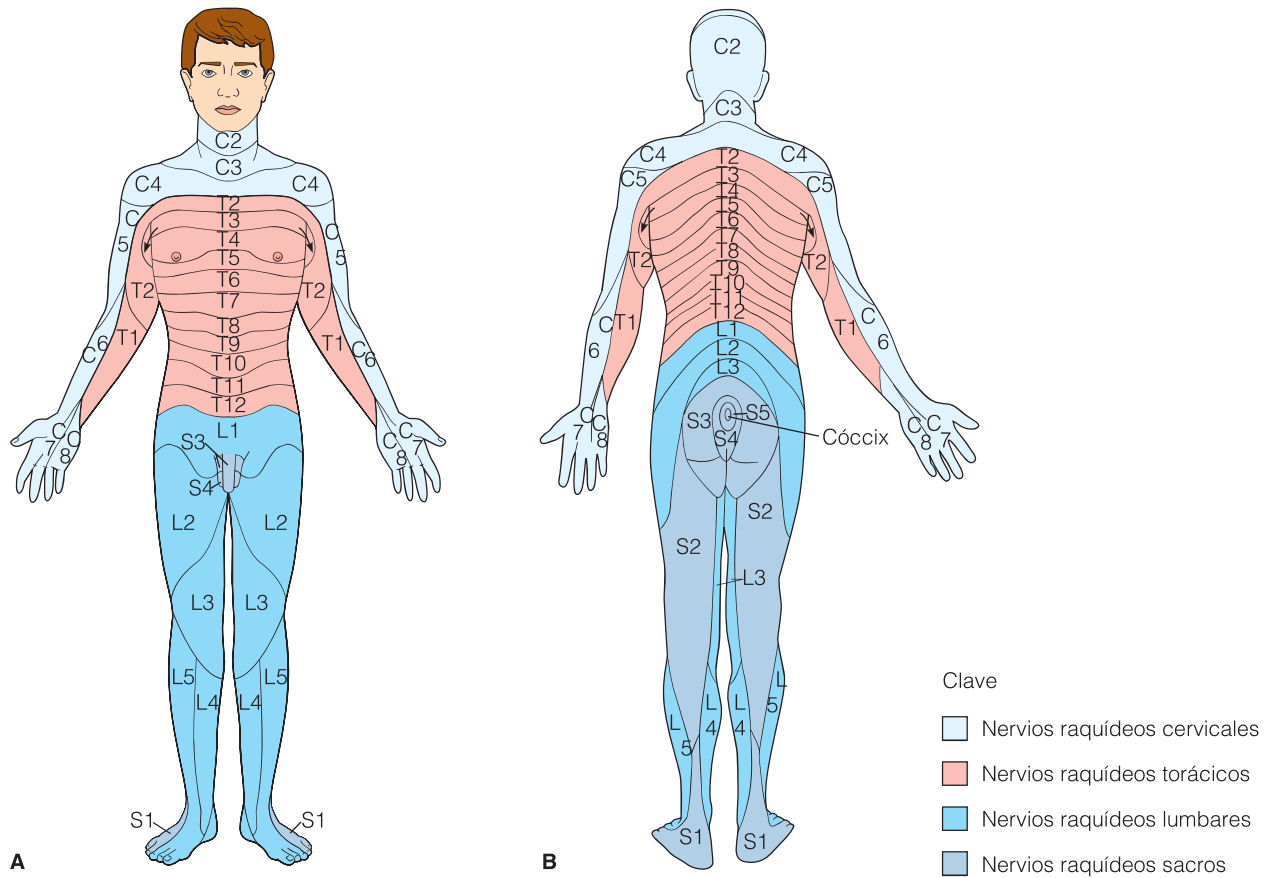


Figura 43-8 ■ Dermatómeros corporales. A. Anterior. B. Posterior.

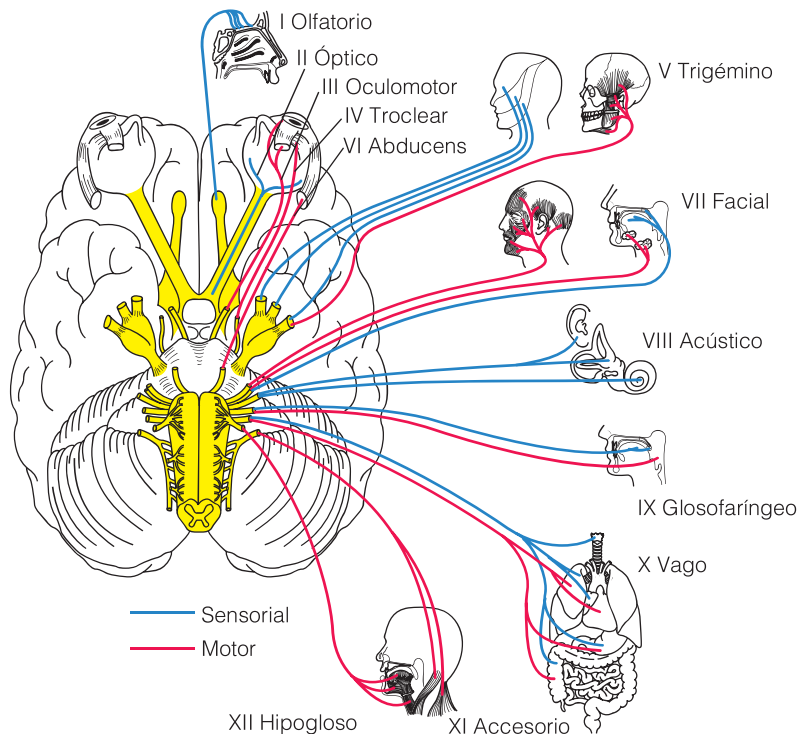


Figura 43-9 ■ Nervios craneales.

TABLA 43-4 Nervios craneales

NOMBRE	FUNCIÓN
I Olfatorio	Sentido del olfato
II Óptico	Sentido de la vista
III Oculomotor	Movimiento del globo ocular Elevación del párpado superior Contracción pupilar Propiocepción
IV Troclear	Movimiento del globo ocular
V Trigémino	Sensibilidad en la parte superior del cuero cabelludo, párpado superior, nariz, cavidad nasal y glándula lagrimal Sensibilidad en el paladar, dientes superiores, carrillos, labio superior, párpado inferior y cuero cabelludo. Sensibilidad en la lengua, dientes inferiores, barbilla y parte temporal del cuero cabelludo Masticación
VI Abducens	Movimiento lateral del globo ocular
VII Facial	Movimiento de los músculos faciales Secreciones de las glándulas lagrimales, nasales, submandibulares y sublinguales Sentido del gusto
VIII Acústico	Sentido del equilibrio Sentido del oído
IX Glossofaríngeo	Deglución Reflejo faríngeo Secreciones de la glándula parótida Sentido del gusto Tacto, presión y dolor en la faringe y parte posterior de la lengua Presión en las arterias carótidas Receptores para regular la presión arterial
X Vago	Deglución Regulación de la frecuencia cardíaca Regulación de las respiraciones Digestión Sensibilidad en los órganos torácicos y abdominales Propiocepción Sentido del gusto
XI Accesorio	Movimiento de la cabeza y el cuello Propiocepción
XII Hipogloso	Movimiento de la lengua para hablar y deglutir

Los elementos esenciales de un reflejo son un receptor, una neurona sensorial para transportar los impulsos aferentes al SNC, un centro de coordinación en la médula espinal o el cerebro, una neurona motora para transportar los impulsos eferentes, y un efector (el tejido que responde mediante contracción o secreción) (figura 43-10 ■).

Los reflejos somáticos modulados por la médula espinal se denominan *reflejos espinales*. Muchos reflejos espinales se producen sin que los impulsos lleguen y salgan del cerebro, actuando la médula espinal como centro de coordinación, mientras que otros requieren actividad cerebral y modulación. Los reflejos tendinosos profundos (RTP) se producen en respuesta a la contracción muscular y causan relajación y alargamiento muscular. Los RTP requieren un estado intacto de las raíces nerviosas sensoriales y motoras, sinapsis funcionales en la médula espinal, una unión neuromuscular

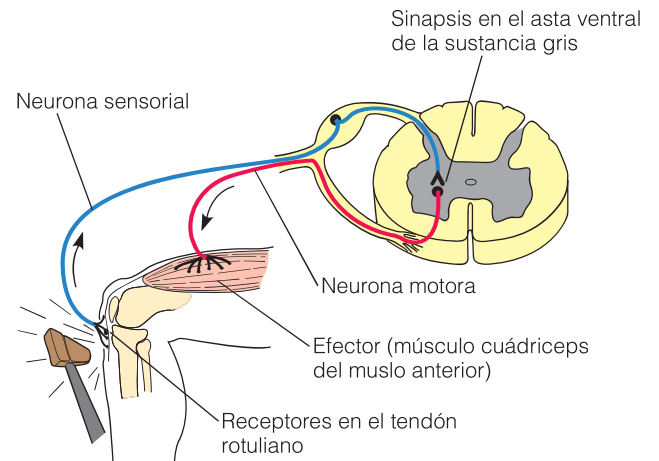


Figura 43-10 ■ Arco reflejo característico de un nervio raquídeo. En el arco reflejo binauronal, el estímulo se transmite desde la neurona sensorial, directamente a la neurona motora, en la zona de sinapsis de la médula espinal.

funcional y un músculo apropiado. Por ello, un RTP anómalo podría indicar diversos problemas de salud, como una lesión en un nervio raquídeo. Los reflejos flexores, o de retirada, están causados por estímulos reales o subjetivos de dolor, y provocan la retirada de la parte corporal amenazada. Las respuestas superficiales están causadas por una estimulación cutánea suave. Estas respuestas requieren unas vías motoras superiores funcionales y un estado intacto del arco reflejo.

Sistema nervioso autónomo

El sistema nervioso autónomo (SNA) es una división del SNP que regula el medio interno corporal. Se denomina también sistema motor visceral general, porque está constituido por neuronas motoras que inervan las vísceras. Mientras que la actividad muscular esquelética y los reflejos están regulados por una división del SNP, denominada sistema nervioso somático, el SNA regula la actividad del músculo cardíaco, el músculo liso y las glándulas.

El SNA está, fundamentalmente, controlado por la formación reticular en el tronco encefálico. La estimulación de los centros en el bulbo raquídeo inicia los reflejos que regulan la frecuencia cardíaca, el diámetro de los vasos sanguíneos y la función digestiva.

El SNA posee divisiones simpática y parasimpática. Aunque las fibras de ambas divisiones afectan a las mismas estructuras, sus acciones tienen un efecto opuesto y sirven para compensarse entre sí. Los neurotransmisores principales de la transmisión de los impulsos en el SNA son la acetilcolina y la noradrenalina. La acetilcolina es el neurotransmisor principal de la división parasimpática. La noradrenalina es el principal neurotransmisor de la división simpática.

División simpática

La división simpática del SNA prepara al organismo para controlar situaciones que perciba como peligrosas o estresantes, y también para participar en una actividad enérgica. Los cuerpos celulares de esta división se originan en las astas laterales de la médula espinal, en la región comprendida entre T1 y L2. Las fibras se separan después de salir de la médula y forman una cadena de ganglios que se extienden desde el cuello hasta la pelvis. Luego, las fibras largas se extienden hacia los órganos inervados por la división simpática. La estimulación

de la división simpática puede provocar los siguientes efectos en los órganos o tejidos de actuación:

- Dilatación pupilar
- Inhibición de las secreciones
- Sudoración abundante (**diaforesis**)
- Aumento de la frecuencia y la fuerza del latido cardíaco
- Vasodilatación de las arterias coronarias
- Dilatación de los bronquíolos
- Disminución de la digestión
- Aumento de la liberación hepática de glucosa
- Disminución de la diuresis
- Vasoconstricción arterial
- Vasoconstricción de los vasos sanguíneos abdominales y cutáneos
- Aumento de la coagulación sanguínea
- Aumento del metabolismo
- Aumento del estado de vigilia.

División parasimpática

La división parasimpática del SNA funciona durante las situaciones no estresantes. Los cuerpos celulares de esta división están situados en el tronco encefálico (para los nervios craneales) y en la sustancia gris lateral desde S2 a S4. Además de aportar las fibras de los pares craneales III, VII, IX y X, el nervio vago transporta estas fibras a los tejidos corporales, los órganos torácicos y las vísceras. La estimulación de la división parasimpática del SNA produce los siguientes efectos:

- Contracción pupilar
- Estimulación de las secreciones glandulares
- Disminución de la frecuencia cardíaca
- Vasoconstricción de las arterias coronarias
- Contracción de los bronquíolos
- Aumento del peristaltismo y la secreción del líquido gastrointestinal.

VALORACIÓN DE LA FUNCIÓN NEUROLÓGICA

La valoración de las estructuras y las funciones del sistema neurológico se efectúa a partir de los resultados de las pruebas diagnósticas, de una entrevista de valoración sanitaria para obtener los datos subjetivos, y de una valoración física, para obtener los datos objetivos. Un ejemplo de la información recogida en la valoración del sistema nervioso se incluye en el cuadro de esta página.

Pruebas diagnósticas

Los resultados de las pruebas diagnósticas de la estructura y la función neurológica sirven para respaldar el diagnóstico de una lesión o enfermedad específica, proporcionar información para identificar o modificar la medicación o el tratamiento adecuados para la enfermedad, y ayudar a los profesionales de enfermería a controlar las respuestas del paciente frente al tratamiento y las intervenciones de enfermería. Las pruebas diagnósticas para valorar las estructuras y las funciones del sistema neurológico se describen en la tabla que comienza en la página 1514 y se resumen en la siguiente lista. En los capítulos 44, 45 y 46  se incluye más información en la explicación de las lesiones o enfermedades específicas.

- Las exploraciones radiológicas del cráneo y la columna vertebral comprenden la radiografía estándar, la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM), la angiografía por resonancia magnética (ARM) y la espectroscopía por resonancia magnética (ERM). Los resultados de estas exploraciones sirven para diagnosticar y evaluar fracturas, desplazamientos vertebrales, tumores, hemorragia, aneurismas, quistes, edema, isquemia, atrofia, necro-

EJEMPLO DE DOCUMENTACIÓN

Valoración del sistema neurológico

Exploración física anual en un paciente varón de 45 años. Sin antecedentes de lesión o infección en la cabeza o en la columna vertebral. Sin antecedentes de convulsiones, mareos, cefaleas, amnesia, ni problemas con el habla o la deglución. Consciente, orientado respecto a personas, lugar y tiempo. Puede cumplir órdenes, explicar refranes sencillos y comparar objetos distintos. La comprobación de los nervios craneales señala:

I = Identifica correctamente los aromas.

II = Vista 40/20 en ambos ojos. El campo visual es total bilateralmente.

III, IV y VI = Movimientos extraoculares totales bilateralmente, pupilas uniformemente redondeadas, reaccionan a la luz y a la acomodación. Ausencia de ptosis en cualquier ojo.

V = Puede reconocer objetos punzantes y romos, y el tacto fino en la frente, los carrillos y la barbilla. El reflejo corneal está presente bilateralmente, pero disminuido (lleva lentillas).

VII = Puede sonreír, fruncir el ceño, arrugar la frente, enseñar los dientes, hinchar los carrillos, fruncir los labios, levantar las cejas y cerrar los ojos frente a una resistencia.

VIII = Oye palabras susurradas por ambos oídos.

IX, X = Presenta el reflejo faríngeo. Traga sin dificultad.

XI = Encoge ambos hombros con la misma fuerza.

XII = Puede sacar la mitad de la lengua sin temblores.

Todas las extremidades presentan amplitud total de movimiento, sin temblores, tics ni debilidad. No se observa atrofia muscular. Puede ejecutar movimientos repetitivos alternantes sin dificultad. La marcha es estable. La prueba de Romberg es positiva. Todos los reflejos son 2+ bilateralmente. El reflejo abdominal está presente. Ausente de reflejo de Babinski.

sis, convulsiones, esclerosis múltiple, enfermedad de Alzheimer, coma y lesiones vasculares.

- Tanto la tomografía por emisión de positrones (PET) como la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) sirven para valorar la función cerebral y el flujo sanguíneo, para diferenciar los tipos de demencia, evaluar la fase de un tumor cerebral, y para identificar tumores cerebrales, ictus y trastornos convulsivos.
- La oclusión de las arterias carótidas se evalúa determinando la velocidad del flujo sanguíneo con un estudio dúplex carotídeo, y los vasos extracraneales se examinan con un estudio Doppler transcraneal.
- La actividad eléctrica del cerebro se determina con un electroencefalograma (EEG), para diagnosticar una enfermedad cerebral y la muerte cerebral. Un magnetoencefalograma (MEG) determina la actividad eléctrica de las neuronas para señalar la zona del cerebro afectada por un ictus, un traumatismo craneoencefálico, trastornos cerebrales o convulsiones.
- El líquido cefalorraquídeo, extraído por medio de una punción lumbar (PL), se analiza en un laboratorio para diagnosticar diversas enfermedades e infecciones cerebrales.
- Un mielograma sirve para identificar lesiones de la médula espinal, como tumores o hernias de disco.

Independientemente del tipo de prueba diagnóstica, el profesional enfermero es responsable de explicar el procedimiento y cualquier preparación especial necesaria; valorar los posibles efectos de la medicación en los resultados de las pruebas, apoyando al paciente durante

PRUEBAS DIAGNÓSTICAS del sistema nervioso (cont.)

NOMBRE DE LA PRUEBA Estudio dúplex carotídeo

Estudio Doppler transcraneal

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN Un estudio dúplex carotídeo evalúa la velocidad del flujo de sangre a través de las arterias carótidas e identifica un proceso oclusivo. Utiliza las ondas del sonido emitidas por el flujo de

sangre para producir una imagen. Un estudio Doppler transcraneal sigue el mismo procedimiento, pero se emplea para evaluar los vasos sanguíneos intracraneales.

ASISTENCIA DE ENFERMERÍA RELACIONADA No es necesaria una preparación especial.

NOMBRE DE LA PRUEBA Electroencefalograma (EEG)

Magnetoencefalograma (MEG)

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN Un EEG sirve para cuantificar la actividad eléctrica del cerebro, para diagnosticar una enfermedad cerebral y la muerte cerebral. Se colocan electrodos en el cuero cabelludo con pinzas para piel, y se obtiene una gráfica (similar al electrocardiograma). Un MEG puede identificar la región cerebral afectada por un ictus, trastornos cerebrales o un traumatismo, o convulsiones. Un MEG detecta campos magnéticos generados por la actividad de las neuronas.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

- Explicar al paciente el procedimiento, destacando la importancia de su cooperación.
- Interrumpir la administración de líquidos, alimento o medicamentos (como esté indicado) que puedan estimular o deprimir las ondas cerebrales. Entre otros, anticonvulsivos, tranquilizantes, depresivos y productos con cafeína (p. ej., café, té, refrescos con cola y chocolate). Normalmente, se interrumpe la medicación entre 24 y 48 horas antes de la prueba.
- Ayudar al paciente a lavarse el cabello antes de la prueba.

EDUCACIÓN SANITARIA DEL PACIENTE Y LA FAMILIA

- La prueba dura aproximadamente 1 hora.
- La prueba es indolora y se realizará con el paciente sentado en una silla cómoda o tumbado en una camilla.
- Los electrodos se colocan en el cuero cabelludo con una pasta espesa.
- Durante la prueba, se pedirá al paciente que respire profundamente durante unos minutos. Luego, cerrará los ojos mientras una luz los ilumina, y, finalmente, permanecerá tumbado tranquilo con los ojos cerrados.
- Después de la prueba, el profesional enfermero le ayudará a retirar la pasta del cabello.

NOMBRE DE LA PRUEBA Potenciales provocados

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN Determina la conducción nerviosa a lo largo de las vías, para evaluar el potencial provocado de las contracciones musculares. Se utiliza para diagnosticar y evaluar las enfermedades

neuromusculares e identificar la lesión nerviosa. Se colocan electrodos transcutáneos o percutáneos en la piel y se obtienen registros.

ASISTENCIA DE ENFERMERÍA RELACIONADA No es necesaria una preparación especial.

NOMBRE DE LA PRUEBA Electromiograma (EMG)

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN Cuantifica la actividad eléctrica de los músculos esqueléticos en reposo y durante la contracción; es eficaz para diagnosticar las enfermedades neuromusculares. Se introducen electrodos de aguja en el músculo esquelético (p. ej., de la pierna) y se puede oír la actividad eléctrica, ver en un osciloscopio, y registrarla

en papel en forma de gráfica. Normalmente, no se produce actividad eléctrica en reposo.

ASISTENCIA DE ENFERMERÍA RELACIONADA Indicar al paciente que no beba líquidos con cafeína ni fume durante 3 horas antes de la prueba, ni tome medicamentos como miorrelajantes, anticolinérgicos o colinérgicos.

NOMBRE DE LA PRUEBA Punción lumbar (PL)

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN Se utiliza para determinar la presión del LCR y obtener una muestra de este líquido para diagnosticar esclerosis múltiple o un aumento de la presión intracraneal, como meningitis, hemorragia subaracnoidea, tumor cerebral, abscesos tumorales, encefalitis e infecciones virales. Se introduce una aguja en L3-L4 o L4-L5 y se aspira el líquido.

ASISTENCIA DE ENFERMERÍA RELACIONADA A continuación se describe la asistencia de enfermería relacionada del paciente, en caso de punción lumbar.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

- Obtener el consentimiento informado (puede ser parte del consentimiento general en el ingreso en el hospital o centro sanitario).
- Pedir al paciente que orine antes de comenzar el procedimiento.
- Ayudar al paciente a adoptar una postura en decúbito lateral, cerca del lado de la cama. El paciente debe adoptar una postura fetal (rodillas flexionadas hacia la cabeza, y la cabeza doblada hacia el tórax), con las manos rodeando las rodillas.

EDUCACIÓN SANITARIA DEL PACIENTE Y LA FAMILIA

- Se inyecta un anestésico local en la piel, en la zona de inyección. Esta medicación puede causar quemazón.
- Se introduce una aguja larga y delgada en la región inferior de la espalda, debajo de la médula espinal. Se extrae líquido cefalorraquídeo.
- Se determina la presión del líquido cefalorraquídeo con un tubo calibrado denominado manómetro.
- Durante el procedimiento, puede sentir un dolor ligero en una pierna.
- Es importante que esté tranquilo durante la prueba.
- Se emplea un apósito pequeño para cubrir el lugar de inyección.
- Después del procedimiento, permanecerá tumbado en la cama el tiempo prescrito por el facultativo (entre 4 y 24 horas). Los profesionales de enfermería controlarán sus constantes vitales y vigilarán en intervalos regulares el lugar de inyección.
- Debe beber líquido para que el organismo reponga el líquido extraído.
- Si se manifiesta cefalea o dolor de espalda, tomar analgésicos.
- Si aumenta el dolor o supura la zona de inyección, comunicarlo al facultativo.

(Continúa)